

# DESAIN SISTEM OTOMASI JALAN TOL

## *FREEWAY AUTOMATION SYSTEM DESIGN*

Nur Rokhman<sup>1</sup>, Agus Hardjoko<sup>1</sup>, dan Sri Hartati<sup>1</sup>

Program Studi Ilmu Komputer  
Program Pascasarjana Universitas Gadjah mada

### ABSTRACT

So far, each vehicle passing along a freeway has to stop at the entrance gate to pay the freeway fare, in cash or using customer card as well. Such condition sometimes causes traffic jam at the gate. The situation can be settled if the transaction process of paying the freeway fare can be automated so that the vehicle needs not stop in the gate. To achieve that condition: 1) the payment of the freeway fare is done using bill mechanism 2) the recording process of vehicles' data does not force the vehicles to stop.

Two things related to freeway automation system are the data collection and the data processing. This thesis discusses the data design and data processing needed to develop a freeway automation system. Based on the experiment results, it can be seen that the time taken for automatically processing data of a vehicle running into freeway is much less compared to the interarrival time of two vehicles.

In the implementation, automation system for freeway requires accurate data of the vehicles and the ownership of the vehicles, so that the wrong claim of bill will never happen. However, a manual system must be kept available to anticipate the breaking down or malfunction of the automatic system.

**Keywords :** *freeway, system design, automation*

---

<sup>1</sup> Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

## PENGANTAR

Pembangunan jaringan jalan tol bertujuan untuk menyediakan prasarana yang memungkinkan tercapainya tingkat mobilitas yang tinggi. Namun demikian, timbul masalah baru, yakni kemacetan lalu lintas yang diakibatkan oleh kewajiban membayar bea tol secara langsung.

Keadaan sebagian jalan tol di Indonesia, terutama di Jakarta, saat ini sudah sedemikian sibuk. Untuk jalan tol Cawang-Tomang-Cengkareng, pada periode Januari sampai Desember 1998, rata-rata volume lalu lintas mencapai 4,33 kendaraan/detik (Jasamarga, 1999).

Beberapa usulan telah diberikan untuk meningkatkan pelayanan jalan tol, antara lain (1) penerapan logika samar (Alvinsyah dan kawan-kawan, 1997), (2) penerapan kartu cerdas (Sinaga dan Abubakar, 1997), (3) transaksi otomatis (Papacostas, 1992) dan penggunaan mesin koin otomatis (The Revenue Market Inc., 1999). Diperkirakan penerapan transaksi otomatis mampu melayani kendaraan 3 kali lebih banyak dibandingkan secara manual (The International Journal of Traffic Management, Transport Planning dan Road Safety, 1999).

Laudon (1996) mendefinisikan sistem informasi (*Information System*) sebagai himpunan komponen-komponen yang saling berhubungan yang mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi untuk mendukung pengambilan keputusan dan pengontrolan organisasi.

Pressman (1997), mendefinisikan sistem berbasis komputer (*computer based system*) sebagai himpunan atau susunan elemen-elemen yang diorganisir untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan melalui pemrosesan informasi. Elemen-elemen ini meliputi : (1) Perangkat lunak (*software*), (2) Perangkat keras (*hardware*), (3) Manusia, (4) Basis data (*Database*), (5) Dokumentasi dan (6) Prosedur-prosedur.

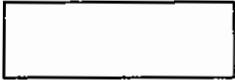
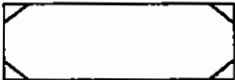

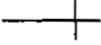



Sebuah sistem berbasis komputer bersifat dinamis. Setiap kali digunakan selalu dilakukan evaluasi dan perbaikan. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan yang matang. Pressman (1997) mengatakan bahwa seberapa baik sebuah desain ataupun sebuah program, tanpa analisis dan spesifikasi secara baik akan mengecewakan pemakainya.



Oleh karena itu, sebuah model haruslah 1) menggambarkan kebutuhan pemakai, 2) menjadi dasar desain perangkat lunak dan 3) mendefinisikan sejumlah persyaratan yang dapat divalidasi ketika perangkat lunak telah terbentuk.

Tahap desain perangkat lunak terdiri dari 1) desain data, 2) desain arsitektur, 3) desain antarmuka, dan 4) desain prosedural. Desain data merupakan proses pendefinisian tabel-tabel yang akan membentuk basis data. Basis data yang dibentuk haruslah fleksibel, meminimalkan anomali, dan dapat mempertahankan integritas (Post, 1999).

Di dalam perangkat lunak *Visio Professional* terdapat bahasa spesifikasi yang dinamakan *Crow's Foot*. Bahasa ini dapat digunakan untuk membuat desain data sampai pembangkitan basis datanya. Pada Gambar 2. dan Tabel 1. dapat dilihat simbol-simbol dan notasi atribut entitas dari bahasa spesifikasi *Crow's Foot* yang diimplementasikan oleh perangkat lunak *Visio Professional*. Tabel 2. menunjukkan kesesuaian simbol-simbol *Crow's Foot* dengan elemen basis data.

Komponen <i>Crow's Foot</i>	Simbol
Entitas bebas ( <i>independent entity</i> )	
Entitas tak bebas ( <i>dependent entity</i> )	
Cardinalitas <i>many</i>	
Cardinalitas <i>one</i>	
Modalitas 0	
Relasi yang menentukan ( <i>Identifying relationship</i> )	
Relasi yang tak menentukan ( <i>Non identifying relationship</i> )	

Gambar 2. Simbol-simbol dalam *Crow's foot*

**Tabel 1. Notasi atribut entitas dalam Crow's Foot**

Notasi	Arti
(FK)	<i>Foreign Key</i> , yakni atribut kunci dari entitas lain yang digunakan dalam relasi
(AK)	<i>Alternate Key</i> , atribut kunci alternatif yang dapat digunakan sebagai pengidentifikasi entitas
(IE)	<i>Inversion Entry</i> , pengenalan entitas yang tidak unik

**Tabel 2. Kesesuaian simbol-simbol Crow's Foot dengan elemen basis data**

Simbol Crow's Foot	Elemen basis data
Entitas	Tabel basis data
Nama entitas	Nama tabel
Atribut entitas	Field dalam suatu tabel
Atribut primer	Kunci primer
Penghubung relasi	Kunci asing ( <i>Foreign key</i> )

Jalan Tol adalah jalan umum yang kepada pemakainya dikenakan kewajiban membayar tol dan merupakan jalan alternatif lintas jalan umum yang telah ada. Tol adalah sejumlah uang tertentu yang dibayarkan untuk pemakaian jalan tol.

Terdapat dua macam cara pengoperasian jalan tol yakni : (1) sistem tertutup dan (2) sistem terbuka. Pada pengoperasian jalan tol dengan sistem tertutup, terdapat gerbang masuk dan gerbang keluar. Pada gerbang masuk, pemakai jalan tol mengambil kartu masuk dan pada saat keluar dari jalan tol, kartu tersebut harus dikembalikan disertai dengan pembayaran tol. Sedangkan pada sistem terbuka, pemakai jalan tol hanya berhenti pada salah satu gerbang untuk membayar tol.

Kendaraan bermotor adalah semua kendaraan beroda dua atau lebih yang digunakan di darat untuk mengangkut orang atau barang, yang digerakkan oleh motor dengan menggunakan bahan bakar bensin, solar, gas, minyak tanah, campuran bensin dengan minyak lain atau bahan bakar lainnya.

Pemilik kendaraan bermotor adalah orang atau badan hukum yang namanya tercantum di dalam Buku Pemilik Kendaraan Bermotor (BPKB) dan Surat Tanda Nomor Kendaraan (STNK). Pada saat ini, pendataan kendaraan bermotor dilakukan secara terpadu di Kantor Bersama SAMSAT.

## METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dimulai dari pengamatan terhadap mekanisme pelayanan pemakai jalan tol guna menentukan persyaratan-persyaratan perangkat lunak. Selanjutnya dibuat desain perangkat lunak sistem otomasi jalan tol. Setelah itu dilakukan pengembangan model perangkat lunak sistem otomasi jalan tol.

Dalam penelitian ini, perangkat lunak Visio Professional digunakan untuk mendisain diagram relasi antar tabel dari Sistem Otomasi Jalan Tol serta membangkitkan basis datanya. Kesesuaian relasi antar tabel pembentuk basis data dilihat menggunakan perangkat lunak Microsoft Access. Rutin-rutin pengolahan data yang diperlukan dibuat menggunakan perangkat lunak Visual Basic 5.0.

Pada akhir penelitian dilakukan uji coba pengolahan data, baik untuk data-data yang tersimpan dalam *workstation* (percobaan 1) maupun yang tersimpan dalam server (percobaan 2). Percobaan dilakukan untuk berbagai jumlah rekaman data. Pada percobaan tersebut digunakan alat-alat sebagai berikut 1) Komputer PC Pentium II 350 Mhz, RAM 64 MB, *Hard Disk* 6,5 GB sistem operasi Windows 98, dan perangkat lunak *Visio Professional*, *Microsoft Access* serta *Visual Basic* 5.0 dan 2) Komputer *server* Pentium III 533 Mhz, RAM 64 MB, *Hard Disk* 7,5 GB bersistem operasi Windows NT 4.0, dilengkapi dengan perangkat lunak *SQL Server* 7.0. Kedua komputer tersebut terhubung sebagai jaringan yang bertopologi star.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Otomasi Jalan Tol (SOJT) bertujuan untuk mengatasi kemacetan yang sering terjadi di gerbang jalan tol, yang disebabkan oleh antrian pemakai jalan tol yang akan membayar bea tol. Hal ini dilakukan dengan cara pengguna jalan tol tidak perlu berhenti pada gerbang tol, tetapi pembayaran bea tol dilakukan dengan penagihan.

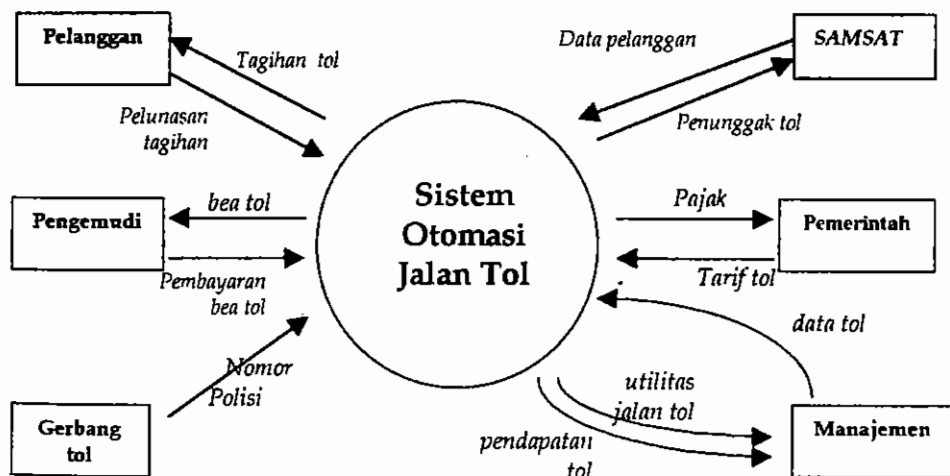
Untuk keperluan ini diperlukan data penanggung jawab kendaraan (pihak yang ditagih untuk membayar bea tol) dan pengenalan secara otomatis nomor kendaraan yang melewati jalan tol. Pada saat ini pendataan kendaraan, meliputi data pemilik kendaraan dan data kendaraan telah dilakukan di kantor SAMSAT.

Pada pengoperasian SOJT, gerbang tol dibedakan menjadi dua macam, yaitu gerbang manual dan gerbang otomatis. Pada gerbang manual, pembayaran bea tol dilakukan pada saat kendaraan melalui jalan tol.

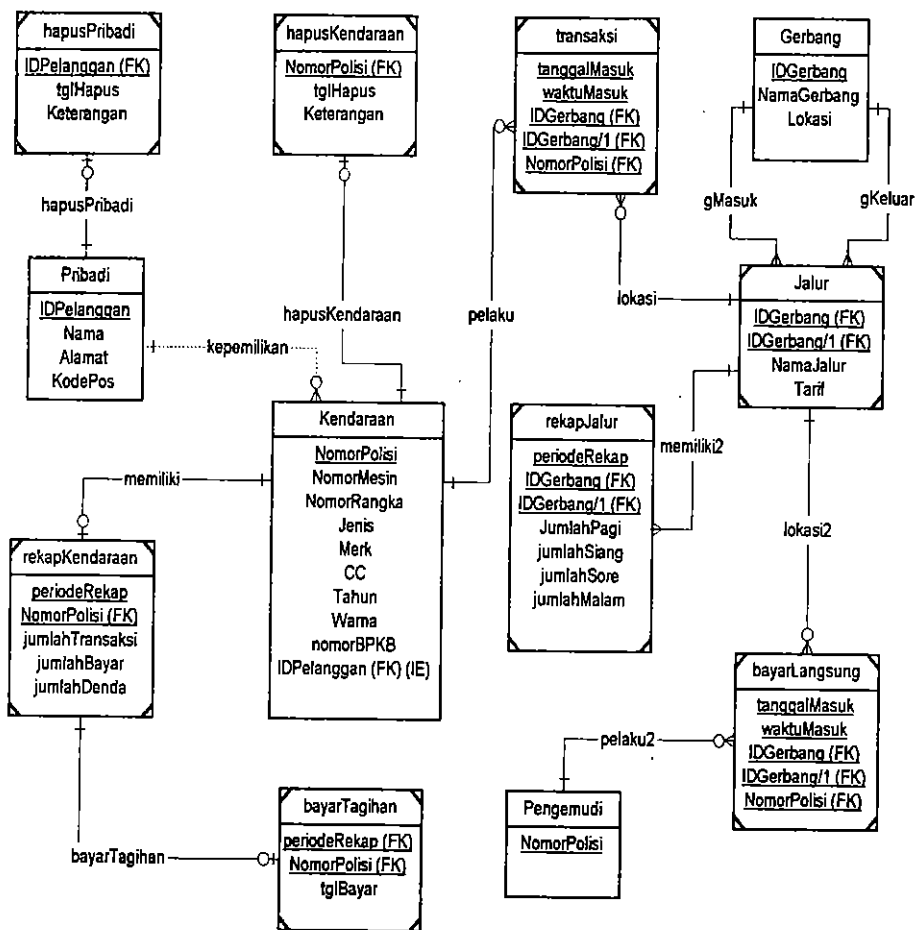
Pada gerbang otomatis, pengguna jalan tol tidak perlu berhenti. Nomor polisi suatu kendaraan dikenali secara otomatis, data-data transaksi direkam dan pada akhir periode dibuat tagihan tol. Namun, bila nomor polisi tidak dapat dikenali secara otomatis, harus ditempuh prosedur manual, yakni nomor polisi dibaca dan dientri kedalam SOJT oleh operator.

Pada akhir sesuatu periode dibuat laporan penggunaan jalan tol, berupa 1) tagihan bea tol kepada, 2) laporan pendapatan tol dan 3) laporan utilitas jalan tol, 4) laporan pajak penghasilan tol, 5) laporan keterlambatan pelunasan tol yang diberikan kepada SAMSAT.

Dari deskripsi di atas, ditunjukkan entitas-entitas yang terlibat dalam SOJT dalam bentuk diagram konteks (Gambar 3). Detail dari diagram konteks tersebut dapat dilihat pada Gambar 4. sedang Gambar 5. menunjukkan diagram relasi antar tabel penyusun SOJT dalam bahasa spesifikasi *Crow's Foot*.



Gambar 3. Diagram konteks SOJT



DataTol		Edit Date: 27/05/01 9:12:59
Description:		
Basis data yang mencatat transaksi pada jalan tol.		
Target DB: Access	Rev: 0	Creator: publicNur Rokhman
Filename: DataTol.vsd		Company: Ilmu Komputer

Gambar 5. Diagram relasi antar tabel penyusun SOJT



Sistem Otomasi Jalan Tol terdiri dari dua sub sistem, yaitu subsistem pengambilan data dan sub sistem pengolahan data. Pada implementasi secara nyata, waktu yang diperlukan untuk kedua proses tersebut harus lebih singkat dibandingkan selang waktu kedatangan dua buah kendaraan secara berurutan.

$$t_s \geq t_a + t_o$$

$t_s$  = selang waktu kedatangan dua buah kendaraan secara berurutan

$t_a$  = waktu yang diperlukan untuk pengambilan data

$t_o$  = waktu yang diperlukan untuk pengolahan data

Tabel 3. menunjukkan pengukuran waktu pengolahan sebuah data kendaraan yang masuk ke jalan tol secara otomatis, pada berbagai jumlah data yang terdapat dalam basis data..

**Tabel 3. Hasil pengukuran waktu pengolahan data**

	Banyak rekaman dalam basis data		
	100000	200000	400000
Percobaan 1	0,0089 detik	0,0090 detik	0,0090 detik
Percobaan 2	0,0240 detik	0,0244 detik	0,0265 detik

Jalan tol terpadat di Indonesia, yaitu ruas Cawang-Tomang-Cengkareng. Pada tahun 1998 mempunyai kepadatan 4,33 kendaraan/detik. Pada ruas ini terdapat 21 pintu masuk. Bila kendaraan yang melintas di jalan tol ini dianggap melalui satu pintu masuk, maka  $t_s = \pm 0,23$  detik. Sebaliknya bila kendaraan-kendaraan tersebut dianggap berasal dari seluruh pintu masuk dan terdistribusi secara merata maka diperoleh  $t_s = \pm 4,76$  detik. Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk pengolahan data cukup kecil bila dibandingkan dengan selang waktu kedatangan kendaraan yang berurutan.

## KESIMPULAN

Dari seluruh tulisan berjudul "Desain Sistem Otomasi Jalan Tol" dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari percobaan yang dilakukan, rata-rata waktu pengolahan sebuah data kendaraan sangat kecil bila dibandingkan dengan selang waktu kedatangan dua buah kendaraan.
2. Otomatisasi pembayaran tol dengan menggunakan koin hanya dapat dilakukan pada jalan tol dengan sistem terbuka. Pencatatan transaksi tol secara otomatis dapat menjadi alternatif penyelesaian kemacetan yang terjadi di pintu gerbang jalan tol, baik untuk ruas jalan tol yang dioperasikan secara tertutup maupun terbuka.
3. Penerapan sistem transaksi otomatis membutuhkan data pelanggan tol dan transaksi yang dilakukannya.
4. Desain suatu basis data dengan menggunakan perangkat lunak Visio dapat dilakukan mulai dari desain relasi antar tabel sampai pembangkitan basis datanya. Basis data yang diperoleh akan mempertahankan relasi-relasi yang ditentukan pada desain.

## DAFTAR PUSTAKA

- , 1997, "Visio Professional 5.0a for Microsoft Windows", Visio Corporation..
- , 1999, [www.revenuemarkets.com/acm.htm](http://www.revenuemarkets.com/acm.htm).
- , 1999, "Toll system rolled out after Florida trial", The International Journal of Traffic Management, Transport Planning and Road Safety", Vol. 40, No. 7/8, pp. 358.
- Alvinsyah, Setyo, S., and Soehodho, S., 1997, " The Application Of Fuzzy Logic On Short Term Traffic Prediction For Automatic Toll Gate Control", Journal of The Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 2, No. 4
- Elmasri, R. and Navathe, S.B., 1994, " Fundamentals of Database Systems", 2ed, The Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc., New York.
- Jasamarga,--, [www.cbn.net.id/commerce/jasamarga/indonesia/html/advertor.htm](http://www.cbn.net.id/commerce/jasamarga/indonesia/html/advertor.htm)
- Laudon, K.C. and Laudon, J.P., 2000, "Management Information Systems: Organizations and Technology in the Networked Enterprise", 6ed, Prentice Hall, USA.

- Papacostas, C.S. and Prevedouros, P.D., 1992, "Transportation Engineering and Planning", 2ed., pp. 264-264, Prentice Hall Inc., New York.
- Pline, J.L., 1992, "Traffic Engineering Hand Book" 4ed., pp. 394, Prentice Hall inc., New York.
- Post, G.V., 1999, " Database Management Systems, Designing and Building Business Application", McGraw-Hill, New York.
- Pressman, R.S., 1997, "Software Engineering, A Practitioner's Approach", 4ed, McGraw-Hill, Singapore.
- Sinaga, E.A. and Abubakar, I., 1997, "Intelligent Transport Systems The Future Transport Solution For Jakarta", Journal of The Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 2, No. 4